

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月26日  
Date of Application:

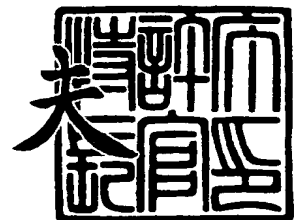
出願番号 特願2003-049415  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-049415]

出願人 信越半導体株式会社  
Applicant(s):

2003年11月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3092004

【書類名】 特許願

【整理番号】 0300018

【提出日】 平成15年 2月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/02

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県安中市 中野谷字松原 5 0 7 信越半導体株式会社  
横野平工場内

【氏名】 横川 功

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県安中市 中野谷字松原 5 0 7 信越半導体株式会社  
横野平工場内

【氏名】 三谷 清

【特許出願人】

【識別番号】 000190149

【氏名又は名称】 信越半導体株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102532

【弁理士】

【氏名又は名称】 好宮 幹夫

【電話番号】 03-3844-4501

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 043247

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703915

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 S O I ウェーハの製造方法及び S O I ウェーハ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも、ボンドウェーハの表層部に水素イオン及び希ガスイオンの少なくとも 1 種類のイオンを注入してイオン注入層を形成した後、該ボンドウェーハとベースウェーハとを酸化膜を介して貼り合わせ、その後得られた貼り合わせウェーハを前記イオン注入層で剥離することによって、埋め込み酸化膜上に S O I 層が形成された S O I ウェーハを製造する方法において、前記イオン注入層で剥離した直後の S O I ウェーハにおける埋め込み酸化膜の厚さを  $X$  (nm)、S O I 層の厚さを  $Y$  (nm) とするとき、前記埋め込み酸化膜の厚さ  $X$  が  $X \leq 100$  である場合には、前記イオン注入層を形成する際に、埋め込み酸化膜と S O I 層の厚さの合計  $X + Y$  が、 $X + Y > 1500 - 14X$  を満たすようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行った後、前記貼り合わせ工程及び剥離工程を行い、その後 S O I 層の薄膜化処理を行って S O I 層を所定の厚さまで薄膜化することを特徴とする S O I ウェーハの製造方法。

【請求項 2】 前記イオン注入層を形成する際に、前記埋め込み酸化膜の厚さ  $X$  を  $80 \leq X \leq 100$  とする場合は、前記埋め込み酸化膜と S O I 層の厚さの合計  $X + Y$  が 390 nm 以上となるように、前記  $X$  を  $50 \leq X < 80$  とする場合は、前記  $X + Y$  が 810 nm 以上となるように、また前記  $X$  を  $30 \leq X < 50$  とする場合は、前記  $X + Y$  が 1090 nm 以上となるようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の S O I ウェーハの製造方法。

【請求項 3】 前記 S O I 層の薄膜化を、犠牲酸化処理によって行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の S O I ウェーハの製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の S O I ウェーハの製造方法により製造された S O I ウェーハ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁体上にシリコン層が形成されたSOI (Silicon on insulator) 構造を有するSOIウエーハを製造する方法及びその方法で製造されたSOIウエーハに関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

近年、絶縁体上にシリコン層 (SOI層) が形成されたSOI構造を有するSOIウエーハが、デバイスの高速性、低消費電力性、高耐圧性、耐環境性等に優れていることから、電子デバイス用の高性能LSI用ウエーハとして特に注目されている。

#### 【0003】

このSOIウエーハの代表的な製造方法として、シリコンウエーハに酸素イオンを高濃度で打ち込んだ後に高温で熱処理を行ってウエーハ内に酸化膜を形成するSIMOX法や、貼り合わせ法と呼ばれる方法等がある。貼り合わせ法とは、SOI層を形成するボンドウエーハと支持基板となるベースウエーハのうちの少なくとも一方に酸化膜を形成し、その酸化膜を介してボンドウエーハとベースウエーハとを貼り合わせた後ボンドウエーハを薄膜化することによって、絶縁体である埋め込み酸化膜上にSOI層が形成されたSOIウエーハを製造する方法である。

#### 【0004】

この貼り合わせ法を利用したSOIウエーハの製造方法には、研削研磨法、PACE (Plasma Assisted Chemical Etching) 法、イオン注入剥離法 (スマートカット (登録商標) 法とも呼ばれる。特許文献1参照)、ELTRAN法等が知られている (非特許文献1参照)。

#### 【0005】

ここで、イオン注入剥離法について、図2を参照しながら説明する。まず、ベースウエーハ11とボンドウエーハ12の二枚のシリコンウエーハを準備する (工程 (a'))。次に、これらのうちの少なくとも一方のウエーハ (この場合、ボンドウエーハ) に酸化膜13を形成した後 (工程 (b'))、ボンドウエーハ12に水素イオン及び希ガスイオンの少なくとも1種類のイオンを注入してボン

ドウエーハ 12 の内部にイオン注入層 14 を形成する（工程（c'））。そして、ボンドウエーハ 12 のイオンを注入した方の面を酸化膜 13 を介してベースウエーハ 11 と貼り合わせた後（工程（d'））、剥離熱処理を加えてイオン注入層 14 を劈開面（剥離面）としてボンドウエーハ 12 を剥離し（工程（e'））、その後、さらにウエーハ同士の結合を強固にするための結合熱処理や研磨代の極めて少ないタッチポリッシュと呼ばれる鏡面研磨等を施すことによって、埋め込み酸化膜 15 上に SOI 層 16 が形成された SOI ウエーハ 17 を製造することができる（工程（f'））。

#### 【0006】

しかしながら、SOI ウエーハを製造する際に、上記のように機械加工の要素を含む鏡面研磨を最終段階に行ってしまうと、研磨の取り代が均一でないために、イオン注入・剥離によって達成された SOI 層の膜厚均一性が悪化するという問題が生じる。さらに、結合熱処理後に鏡面研磨を行うため、工程が多く煩雑であり、コスト的にも不利である。

#### 【0007】

このような問題を解決するために、例えば特許文献 2 では、ウエーハ同士を貼り合わせて結合熱処理を行った後、鏡面研磨を行わずに SOI ウエーハの SOI 層の表面粗さや結晶欠陥を低減するために、水素や Ar 雰囲気で行なう技術を開示している。

#### 【0008】

また、近年の半導体デバイスの高集積化に伴い、より高品質の SOI ウエーハの製造が求められており、例えば厚さの薄い埋め込み酸化膜を有する SOI ウエーハや SOI 層の結晶品質を向上させた SOI ウエーハ等が求められている。

#### 【0009】

一般に、上記のようにしてイオン注入剥離法により SOI ウエーハを製造する場合、SOI ウエーハ内に所望の厚さを有する埋め込み酸化膜を形成するために、ボンドウエーハとベースウエーハの少なくとも一方に形成する酸化膜を所望される埋め込み酸化膜の厚さと同じ厚さとなるように形成し、その後ウエーハ同士を貼り合わせるにより SOI ウエーハの製造を行っている。

**【0010】**

しかしながら、例えば厚さが100nm以下の薄い埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハを作製する場合、ウエーハを貼り合わせ後剥離熱処理を行った際に、図3に示すように、ベースウエーハ31の上に埋め込み酸化膜32とSOI層33が積層されたSOIウエーハにブリスター34やボイド35を発生させて、未結合部が生ずる場合が多かった。そして、SOIウエーハの埋め込み酸化膜の厚さが薄くなるほど、このようなブリスターやボイドが発生しやすくなり、良品が得られ難く、歩留まりを悪化させるという問題があった。

**【0011】**

今後、SOIウエーハに形成される埋め込み酸化膜の厚さは、100nmから80nm、さらに50nm以下へと薄くなる方向に進むと考えられる。そのため、埋め込み酸化膜の厚さを薄くしてもブリスター及びボイドを発生させずに、高い歩留まりでSOIウエーハを製造することが望まれている。

**【0012】****【特許文献1】**

特開平5-211128号公報

**【特許文献2】**

特開平11-307472号公報

**【非特許文献1】**

シリコンの科学、UCS半導体基盤技術研究会編集、リアライズ社発行、p. 443-496

**【0013】****【発明が解決しようとする課題】**

そこで本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、埋め込み酸化膜の厚さを100nm以下に薄くしてもブリスター及びボイドを発生させず、高品質のSOIウエーハを高い歩留まりで製造できるSOIウエーハの製造方法を提供することにある。

**【0014】****【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために、本発明によれば、少なくとも、ボンドウエーハの表層部に水素イオン及び希ガスイオンの少なくとも1種類のイオンを注入してイオン注入層を形成した後、該ボンドウエーハとベースウエーハとを酸化膜を介して貼り合わせ、その後得られた貼り合わせウエーハを前記イオン注入層で剥離することによって、埋め込み酸化膜上にSOI層が形成されたSOIウエーハを製造する方法において、前記イオン注入層で剥離した直後のSOIウエーハにおける埋め込み酸化膜の厚さを $X$  (nm)、SOI層の厚さを $Y$  (nm) とするとき、前記埋め込み酸化膜の厚さ $X$ が $X \leq 100$ である場合には、前記イオン注入層を形成する際に、埋め込み酸化膜とSOI層の厚さの合計 $X + Y$ が、 $X + Y > 1500 - 14X$ を満たすようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行った後、前記貼り合わせ工程及び剥離工程を行い、その後SOI層の薄膜化処理を行ってSOI層を所定の厚さまで薄膜化することを特徴とするSOIウエーハの製造方法が提供される（請求項1）。

#### 【0015】

このように、SOIウエーハの製造において、埋め込み酸化膜の厚さ $X$ が $X \leq 100$ である場合には、イオン注入層を形成する際に、埋め込み酸化膜とSOI層の厚さの合計 $X + Y$ が、 $X + Y > 1500 - 14X$ の関係を満たすようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行った後、貼り合わせ工程及び剥離工程を行い、その後SOI層の薄膜化処理を行ってSOI層を所定の厚さまで薄膜化することによって、ボイドやブリスターを発生させずに、100nm以下の薄い埋め込み酸化膜厚を有し、所定の厚さのSOI層が形成された高品質のSOIウエーハを高い歩留まりで製造することができる。

#### 【0016】

このとき、前記イオン注入層を形成する際に、前記埋め込み酸化膜の厚さ $X$ を $80 \leq X \leq 100$ とする場合は、前記埋め込み酸化膜とSOI層の厚さの合計 $X + Y$ が390nm以上となるように、前記 $X$ を $50 \leq X < 80$ とする場合は、前記 $X + Y$ が810nm以上となるように、また前記 $X$ を $30 \leq X < 50$ とする場合は、前記 $X + Y$ が1090nm以上となるようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行うことが好ましい（請求項2）。



**【0017】**

本発明のSOIウエーハの製造方法では、イオン注入層を形成する際に、埋め込み酸化膜の厚さXに応じて上記のようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行うことによって、貼り合わせウエーハを剥離する際にボイドやブリスターの発生を確実に防止して極めて高品質のSOIウエーハを容易に製造することができる。

**【0018】**

また、前記SOI層の薄膜化を、犠牲酸化処理によって行うことが好ましい（請求項3）。

このように、SOI層の薄膜化を、SOI層に酸化膜を形成し、その酸化膜を除去する、いわゆる犠牲酸化処理によって行えば、SOI層の膜厚均一性を悪化させずにSOI層を所定の厚さまで容易に薄膜化することができる。

**【0019】**

そして、本発明によれば、上記本発明のSOIウエーハの製造方法により製造されたSOIウエーハを提供することができる（請求項4）。

本発明のSOIウエーハの製造方法により製造されたSOIウエーハであれば、埋め込み酸化膜の厚さが100nm以下と薄くても、ブリスターやボイドが発生してない高品質のSOIウエーハとすることができる。

**【0020】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明について実施の形態を説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

従来、イオン注入剥離法を用いて埋め込み酸化膜厚が100nm以下となるSOIウエーハを製造しようとする、貼り合わせ後の剥離工程でブリスターやボイドが発生しやすくなり、埋め込み酸化膜の厚さが薄くなるほど、ブリスターやボイド不良が多発して良品が得られにくく、歩留まりが悪化するという問題があった。

**【0021】**

このブリスターやボイドの発生に関しては、剥離熱処理中に貼り合わせ界面で

は貼り合わせ面に付着していた有機物などに起因して脱ガスが生じ、埋め込み酸化膜がある程度厚いと剥離熱処理で生じたガスを埋め込み酸化膜中に取り込むことができるが、埋め込み酸化膜が薄い場合は取り込めるガスの容量が減るため剥離熱処理中に発生したガスの全てを取り込めず、その残ったガスに起因してブリスターやボイドが発生すると考えられた。また、このような理由でブリスターやボイドが発生するため、埋め込み酸化膜を一層薄くするに従ってブリスター及びボイドの発生数も増加すると考えられた。

#### 【0022】

そこで、本発明者等は、上記の問題を解決するために、イオン注入剥離法を用いてブリスターやボイドが発生させずに埋め込み酸化膜厚の薄い高品質のSOIウエーハを製造する方法について鋭意研究及び検討を重ねた。その結果、100nm以下の厚さの埋め込み酸化膜を有するSOIウエーハを製造する場合、上記の理由によりブリスターやボイドが発生しやすくなるが、貼り合わせウエーハを剥離した直後のSOI層の厚さを厚くすることによりSOI層の剛性が高まり、ブリスターやボイドが発生するのを防止できること、また埋め込み酸化膜の厚さがさらに薄くなっても剥離直後のSOI層の厚さを埋め込み酸化膜の減少に従ってさらに厚くすれば、ブリスターやボイドの発生を確実に防止できることを見出した。

#### 【0023】

そして、本発明者等は、先ず、貼り合わせウエーハをイオン注入層で剥離した直後のSOIウエーハにおける埋め込み酸化膜の厚さ及びSOI層の厚さと、ブリスター及びボイドの発生数との関係について明らかにするために、以下のような実験・調査を行なった。

#### 【0024】

(実験)

直径200mm、p型、方位<100>のシリコン単結晶ウエーハの表面にシリコン酸化膜を50、80、100、または150nmの厚さで形成したボンドウエーハをそれぞれ複数枚作製し、その酸化膜を介して様々な注入エネルギーで水素イオン注入を行ってボンドウエーハの表層部に様々な深さでイオン注入層を

形成した。

#### 【0025】

次に、これらのボンドウエーハを、それぞれベースウエーハとなるシリコンウエーハと酸化膜を介して貼り合わせた後、得られた貼り合わせウエーハを500℃で熱処理することによりイオン注入層で剥離して、貼り合わせSOIウエーハを作製した。

#### 【0026】

その後、作製したSOIウエーハについて、SOI層の膜厚を多層膜分光エリプソメーター（SOPRA社製）を用いて測定し、またSOIウエーハの表面を目視にて観察することによりブリスター及びボイドの発生数をカウントしてその平均値を算出した。そして、算出したブリスター及びボイドの発生数の平均値が、1個未満／ウエーハのものを合格（○）、1個以上5個未満／ウエーハのものを準合格（△）、5個以上／ウエーハのものを不合格（×）として、横軸を埋め込み酸化膜の厚さ（X（nm））、縦軸を埋め込み酸化膜とSOI層の合計の厚さ（X+Y（nm））にとったグラフにプロットすることによりグラフを作成した。このようにして作成した埋め込み酸化膜の厚さ及びSOI層の厚さと、ブリスター・ボイドの発生数との関係を表すグラフを図4に示す。このグラフに基づき準合格付近を境界線とする合否判定基準の作成を試みた。

#### 【0027】

図4に示したように、埋め込み酸化膜の厚さが100nm以下では、埋め込み酸化膜厚が薄くなるほどブリスター及びボイドが発生しやすい傾向にあり、また埋め込み酸化膜とSOI層の合計の厚さを厚くするほど、ブリスターやボイドの発生をより確実に防止できることがわかった。そして、合否判定基準となる境界線は、準合格となった2点を基準とした近似線 $X+Y=1500-14X$ となることがわかった。一方、埋め込み酸化膜の厚さが100nmを超える場合は、ほとんどブリスターやボイドの発生がないことが判る。

#### 【0028】

そして、本発明者等は、以上の実験・調査で得られた知見を踏まえた上で、鋭意検討を重ね、本発明を完成させた。

すなわち、本発明のSOIウエーハの製造方法は、イオン注入剥離法を用いてSOIウエーハを製造する方法において、イオン注入層で剥離した直後のSOIウエーハにおける埋め込み酸化膜の厚さを $X$  (nm)、SOI層の厚さを $Y$  (nm) とするとき、埋め込み酸化膜の厚さ $X$ が $X \leq 100$ である場合には、イオン注入層を形成する際に、埋め込み酸化膜とSOI層の厚さの合計 $X+Y$ が、 $X+Y > 1500 - 14X$ を満たすようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行った後、貼り合わせ工程及び剥離工程を行い、その後SOI層の薄膜化処理を行ってSOI層を所定の厚さまで薄膜化することに特徴を有するものである。

#### 【0029】

以下、本発明のSOIウエーハの製造方法について、2枚のシリコンウエーハを貼り合わせる場合を例に挙げて図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここで、図1は、本発明に係るイオン注入剥離法によりSOIウエーハを製造する方法の一例を示すフロー図である。

#### 【0030】

先ず、2枚のシリコン鏡面ウエーハを準備する(工程(a))。この2枚のシリコンウエーハのうち、一方のウエーハはデバイスの仕様に合った支持基板となるベースウエーハ1であり、他方はSOI層となるボンドウエーハ2である。

#### 【0031】

次に、工程(b)において、そのうちの少なくとも一方のウエーハ、ここではボンドウエーハ2に熱酸化処理を行ってその表面に酸化膜3を形成する。このとき、ボンドウエーハの表面に形成される酸化膜の厚さは、原則として最終的にSOIウエーハを製造した際にSOIウエーハが有すべき埋め込み酸化膜の厚さとなるようにして酸化膜の形成を行う。この最終的に得られるSOIウエーハの埋め込み酸化膜の厚さは、製品規格により決定されるが、本発明では100nm以下、特に80nm以下、さらには50nm以下にすることができる。

#### 【0032】

尚、この工程(b)において、酸化膜を形成するウエーハはボンドウエーハに限定されるものではなく、ベースウエーハに形成しても、またはベースウエーハとボンドウエーハの両方のウエーハに形成しても良いが、例えば酸化膜をベース

ウエーハとボンドウエーハの両方に形成する場合では、両方のウエーハの表面に形成される酸化膜のトータルの厚さが、最終的な埋め込み酸化膜の厚さとなるようにして酸化膜の形成を行えば良い。

#### 【0033】

続いて、工程(c)では、表面に酸化膜3を形成したボンドウエーハ2の表層部に水素イオン( $H^+$ イオン、 $H^-$ イオン、 $H_2^+$ イオンなど)及び希ガスイオンの少なくとも1種類のイオンを注入して、イオンの平均進入深さにおいてウエーハ表面に平行なイオン注入層4を形成する。イオンの平均進入深さは、イオン注入エネルギーにほぼ比例し、同一エネルギーであればシリコンとシリコン酸化膜とはほぼ同一の注入深さが得られる。従って、目的とする平均進入深さが決まれば、イオン注入エネルギーを容易に設定することができる。

#### 【0034】

このとき、下記で説明する工程(e)においてイオン注入層4で剥離した直後のSOIウエーハ5における埋め込み酸化膜6の厚さを $X$ (nm)、SOI層7の厚さを $Y$ (nm)とすると、この埋め込み酸化膜6の厚さ $X$ が $X \leq 100$ である場合には( $X$ は原則として、酸化膜3の厚さと同じ)、この工程(c)でイオン注入層4を形成する際に、埋め込み酸化膜6とSOI層7の厚さの合計 $X+Y$ が、 $X+Y > 1500 - 14X$ を満たすように注入エネルギー等のイオン注入条件を設定してイオン注入を行う。

尚、SOI層7の厚さ $Y$ (nm)は、上記式を満たす必要があるほか、剥離後に残留するダメージや面粗さを除去するための取り代やSOI層の剛性を考慮すると、100nm以上とすることが好ましく、300nm以上とすることがより好ましい。

#### 【0035】

このようにしてボンドウエーハ2にイオン注入層4を形成した後、工程(d)において、ボンドウエーハ2のイオンを注入した方の面を、酸化膜3を介してベースウエーハ1に重ね合わせて密着させる。このとき、例えば常温の清浄な雰囲気下で2枚のウエーハの表面同士を接触させることにより、接着剤等を用いることなくウエーハ同士を貼り合わせることができる。

## 【0036】

そして、ウエーハ同士を貼り合わせた後、工程（e）において、ボンドウエーハ2のイオン注入層4を境界面として剥離することによって、埋め込み酸化膜6上にSOI層7が形成されたSOIウエーハ5を作製することができる。このボンドウエーハ2の剥離は、例えば不活性ガス雰囲気下で約500℃以上の剥離熱処理を加えることによって容易に行うことができるし、または貼り合わせ前のボンドウエーハ表面に予めプラズマ処理を行って活性化した後にウエーハ同士を貼り合わせるにより、熱処理を省略してウエーハの剥離を行うこともできる。

## 【0037】

このとき、本発明では、上述のように工程（c）でイオン注入層4を形成する際に埋め込み酸化膜6とSOI層7の厚さの合計 $X+Y$ が、 $X+Y>1500-14X$ を満たすようにイオン注入を行っているので、剥離直後のSOI層は厚さが厚く、剛性が高いものとなり、埋め込み酸化膜が薄くてもブリスターやボイドが発生するのを防止することができる。さらに、本発明はイオン注入剥離法を用いてボンドウエーハの剥離を行うので、SOI層の膜厚均一性も非常に優れたものとなる。

## 【0038】

その後、得られたSOIウエーハは、SOI層を所定の厚さまで薄膜化するために、工程（f）で薄膜化処理を行う。薄膜化処理としては、SOI層に酸化膜を形成し、その酸化膜を除去するという、いわゆる犠牲酸化処理を用いたり、また研磨やエッチング等を必要に応じて適宜組合わせて行うことができるが、特にSOI層の薄膜化は主として犠牲酸化処理によって行うことが好ましい。

尚、犠牲酸化処理は、必要に応じて複数回行うこともできる。

## 【0039】

例えば、剥離後のSOIウエーハに、酸化性雰囲気下の熱処理を行ってSOI層の表面に酸化膜を形成し、その後SOI層表面に形成した酸化膜を例えばHFを含む水溶液でエッチング除去するようにして犠牲酸化処理を行えば、SOI層の膜厚均一性を悪化させず、また工程（c）でイオン注入を行ったときに生じたウエーハ表面近傍のダメージや重金属等の汚染物を除去して、SOI層を所望の

厚さまで容易に減少させることができる。

#### 【0040】

尚、このようにSOI層の薄膜化を犠牲酸化処理によって行う場合、剥離直後のSOI層の表面近傍には上記のようにダメージが生じているので、剥離後のSOIウエーハ5に直接1000℃を超える高温で熱酸化を行うとOSFが発生する場合がある。したがって、犠牲酸化処理は1000℃以下、好ましくは900℃以下の温度で行うか、または一旦水素やアルゴン雰囲気で行ってダメージを低減してから犠牲酸化処理を行うことが好ましい。

#### 【0041】

また、犠牲酸化処理を行った後にタッチポリッシュと呼ばれる研磨代の少ない研磨（例えば、研磨代が数nm～100nm程度）を行って、SOI層の表面粗さを向上させることもできる。

#### 【0042】

以上のような方法を用いることによって、ボイドやブリスターを発生させずに、膜厚が100nm以下の埋め込み酸化膜6上に所望の厚さのSOI層9が形成された高品質のSOIウエーハ8を歩留まり良く製造することができる。

#### 【0043】

このような本発明のSOIウエーハの製造方法において、工程(c)でイオン注入層を形成する際に、例えば埋め込み酸化膜の厚さを80nm以上100nm以下( $80 \leq X \leq 100$ )とする場合は、上記図4に示した合否判定基準となる境界線においてXが最小値である80のときに $X+Y$ は約380となることから、埋め込み酸化膜とSOI層の厚さの合計 $X+Y$ が390nm以上となるように注入エネルギー等のイオン注入条件を設定すれば、 $80 \leq X \leq 100$ の範囲において確実にブリスターやボイドを低減することができる。

#### 【0044】

また、上述したように埋め込み酸化膜の厚さをさらに薄くするとブリスターやボイドがより発生しやすくなるので、上記図4に示した合否判定基準となる境界線に基づいて、例えば埋め込み酸化膜の厚さXを $50 \leq X < 80$ とする場合は、埋め込み酸化膜とSOI層の厚さの合計 $X+Y$ が810nm以上となるように、

また  $X$  を  $30 \leq X < 50$  とする場合は、 $X + Y$  が  $1090 \text{ nm}$  以上となるようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行うことが好ましい。このように埋め込み酸化膜の厚さに応じて設定したイオン注入条件でイオン注入を行うことによって、ボイドやブリスターの発生を確実に防止して、埋め込み酸化膜が薄く極めて高品質の  $\text{SOI}$  ウェーハを容易にかつ効率的に製造することができる。

#### 【0045】

尚、ボイドやブリスターの発生を防止するために埋め込み酸化膜と  $\text{SOI}$  層の厚さの合計  $X + Y$  を過剰に大きくしてしまうと、その後  $\text{SOI}$  層を薄膜化する際に長時間の薄膜化処理が必要となり、生産性の低下を招く恐れがある。したがって、例えば埋め込み酸化膜の厚さ  $X$  を  $80 \leq X \leq 100$  とする場合は  $X + Y$  が  $900 \text{ nm}$  以下となるように、 $X$  を  $50 \leq X < 80$  とする場合は  $X + Y$  が  $1300 \text{ nm}$  以下となるように、また  $X$  を  $30 \leq X < 50$  とする場合は  $X + Y$  が  $1600 \text{ nm}$  以下となるようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行うことが好ましい。

#### 【0046】

##### 【実施例】

以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

##### （実施例 1 及び 2）

直径  $200 \text{ mm}$ 、 $p$  型、結晶方位  $\langle 100 \rangle$  で片面が鏡面研磨されたシリコンウェーハを 40 枚用意し、そのうちの 20 枚をボンドウェーハとして熱酸化処理を行い、ウェーハ表面に  $50 \text{ nm}$  の酸化膜を形成した。次に、形成した酸化膜を通してウェーハ全面に水素イオン ( $\text{H}^+$ ) をイオン注入し、シリコンウェーハの表層部にイオン注入層を形成した。このとき、後に行う剥離工程直後の埋め込み酸化膜と  $\text{SOI}$  層の厚さの合計  $X + Y$  が確実に  $810 \text{ nm}$  以上となるように、注入エネルギーが  $90 \text{ keV}$ 、ドーズ量が  $6.5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$  のイオン注入条件でイオン注入を行った。

#### 【0047】

そして、イオン注入層を形成した 20 枚のボンドウェーハと残りの 20 枚のシ



リコンウエーハ（ベースウエーハ）とを、50 nm厚の酸化膜を介して室温で貼り合わせた後、得られた貼り合わせウエーハに500℃で30分間の熱処理を行ってイオン注入層で剥離することによりSOIウエーハを作製した。

#### 【0048】

その後、作製した20枚のSOIウエーハの各SOI層の膜厚を多層膜分光エリプソメーター（SOPRA社製）により測定し、またブリスター及びボイドの発生数を目視によりカウントし、それぞれの平均値を求めた。

その結果、SOI層の膜厚は平均775 nm（すなわち、 $X + Y = 825$  nm）であり、またブリスター及びボイドの発生数は平均0.5個/ウエーハとその発生数が極めて少ないことがわかった。

#### 【0049】

さらに、上記で作製した20枚のSOIウエーハ（剥離工程後は未処理）のうちの10枚に1200℃で1時間のArアニールを行って、SOI層の平坦化とダメージ除去を行い、続いて1100℃のパイロジェニック酸化後に10% HF水溶液による酸化膜除去を行う犠牲酸化処理を4回行うことによってSOI層を薄膜化し、50 nm厚の埋め込み酸化膜上に100 nm厚のSOI層が形成されたSOIウエーハを作製した（実施例1）。

#### 【0050】

また一方、上記で作製した20枚のSOIウエーハのうちの残りの10枚には、先ず900℃のパイロジェニック酸化に引き続きアルゴン雰囲気下、1100℃で2時間の熱処理を行って結合力を高めた後、10% HF水溶液による酸化膜除去を行う犠牲酸化処理を行い、次に100 nmの取り代でタッチポリッシュを行い、その後1100℃のパイロジェニック酸化後に10% HF水溶液による酸化膜除去を行う犠牲酸化処理を行うことによってSOI層を薄膜化し、50 nm厚の埋め込み酸化膜上に300 nm厚のSOI層が形成されたSOIウエーハを作製した（実施例2）。

#### 【0051】

このようにして作製した所望のSOI層厚を有する2種類のSOIウエーハに目視検査を行った結果、上記と同様に、ブリスター及びボイドの発生数はそれぞ

れ平均 0.5 個/ウエーハと極めて少ないことが確認できた。

#### 【0052】

(比較例)

上記実施例 1 及び 2 と同様のシリコンウエーハを 20 枚用意し、そのうちの 10 枚 (ボンドウエーハ) に熱酸化処理を施してウエーハ表面に 50 nm の酸化膜を形成した。次に、水素イオン ( $H^+$ ) を注入エネルギーが 40 keV、ドーズ量が  $6.5 \times 10^{16} / cm^2$  のイオン注入条件でイオン注入し、シリコンウエーハの表層部にイオン注入層を形成した。

次に、上記実施例 1 及び 2 と同様にして貼り合わせ工程及び剥離工程を行うことによって、埋め込み酸化膜上に SOI 層が形成された SOI ウエーハを作製した。

#### 【0053】

その後、作製した SOI ウエーハの SOI 層の膜厚を測定し、またブリスター及びボイドの発生数を目視によりカウントし、それぞれの平均値を求めた。その結果、SOI 層の膜厚は平均 300 nm であり、またブリスター及びボイドの発生数は平均 15 個/ウエーハと実施例 1 及び 2 に比べてその発生数が極めて多かった。

#### 【0054】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

#### 【0055】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ボイドやブリスターを発生させずに、100 nm 以下の薄い埋め込み酸化膜厚を有する高品質の SOI ウエーハを高い歩留まりで製造することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明に係るイオン注入剥離法によるSOIウエーハの製造方法の一例を示したフロー図である。

【図2】

従来のイオン注入剥離法によるSOIウエーハの製造方法を示したフロー図である。

【図3】

SOIウエーハに発生するボイド及びブリスターを概略的に説明する概略説明図である。

【図4】

埋め込み酸化膜の厚さ及びSOI層の厚さと、ブリスター・ボイドの発生数との関係を表すグラフである。

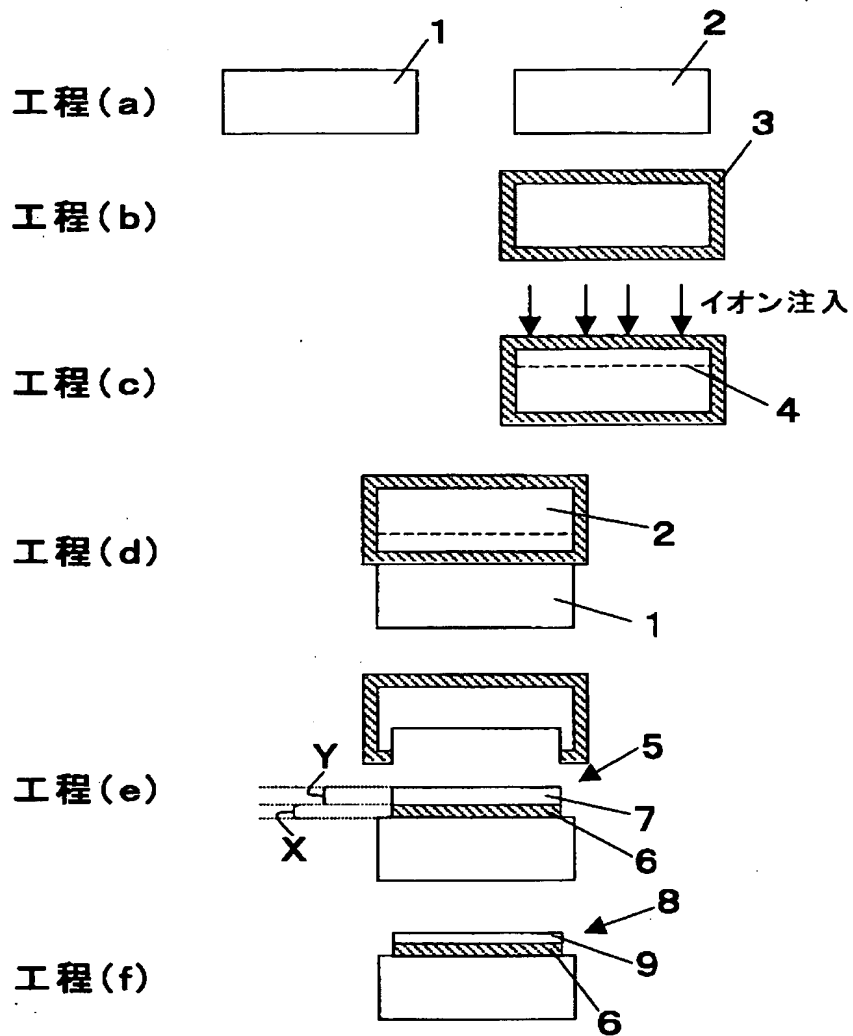
【符号の説明】

1…ベースウエーハ、 2…ボンドウエーハ、  
3…酸化膜、 4…イオン注入層、  
5…SOIウエーハ、 6…埋め込み酸化膜、 7…SOI層、  
8…薄膜化処理後のSOIウエーハ、 9…薄膜化したSOI層、  
11…ベースウエーハ、 12…ボンドウエーハ、  
13…酸化膜、 14…イオン注入層、  
15…埋め込み酸化膜、 16…SOI層、 17…SOIウエーハ、  
31…ベースウエーハ、 32…埋め込み酸化膜、  
33…SOI層、 34…ブリスター、  
35…ボイド。

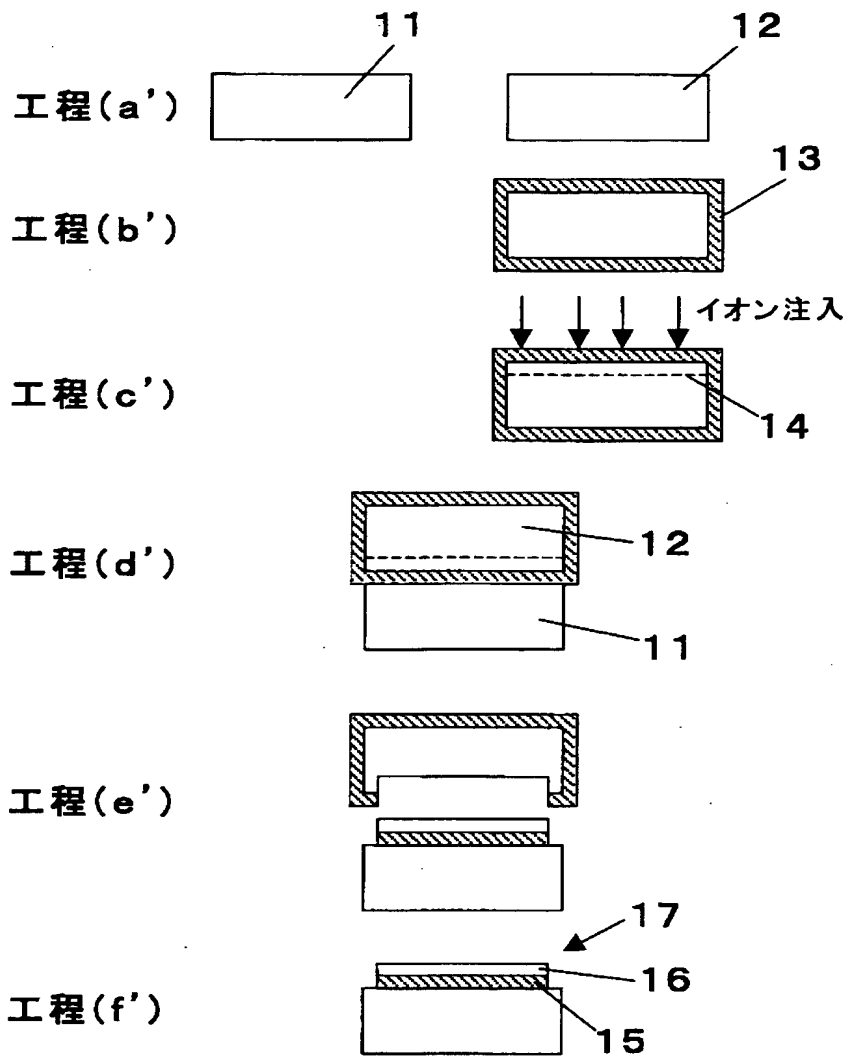
【書類名】

図面

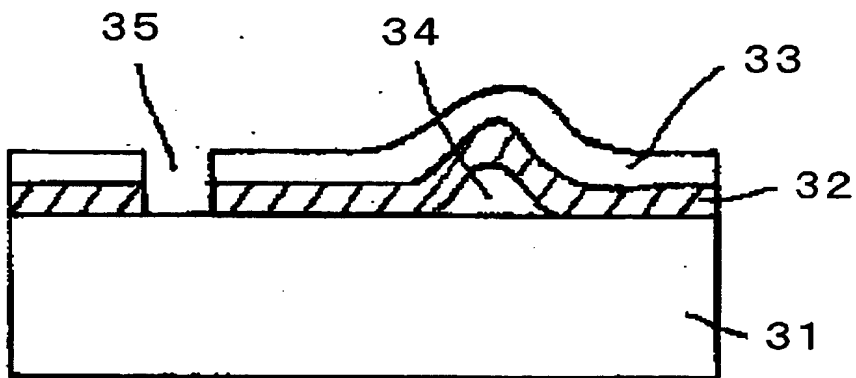
【図 1】



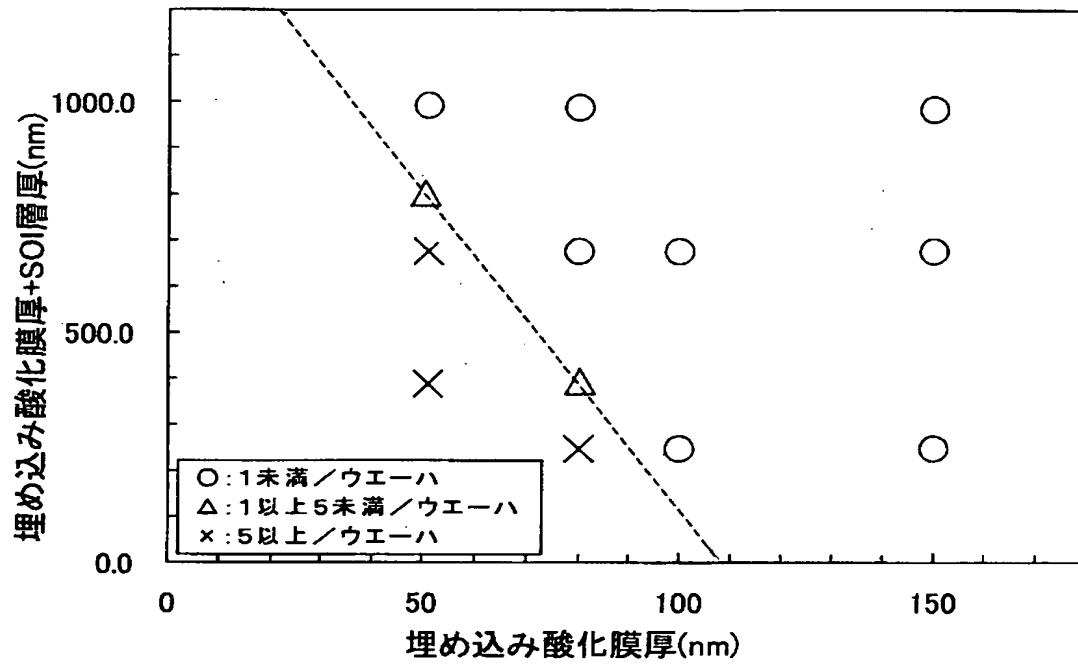
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ブリスター及びボイドを発生させず、高品質のSOIウエーハを高い歩留まりで製造できるSOIウエーハの製造方法を提供する。

【解決手段】 少なくともボンドウエーハの表層部にイオン注入層を形成後、該ボンドウエーハとベースウエーハとを酸化膜を介して貼り合わせ、その後前記イオン注入層で剥離してSOIウエーハを製造する方法において、前記イオン注入層で剥離した直後のSOIウエーハにおける埋め込み酸化膜の厚さを $X$  (nm)、SOI層の厚さを $Y$  (nm) とするとき、前記埋め込み酸化膜の厚さ $X$ が $X \leq 100$ である場合には、前記イオン注入層を形成する際に、埋め込み酸化膜とSOI層の厚さの合計 $X+Y$ が、 $X+Y > 1500 - 14X$ を満たすようにイオン注入条件を設定してイオン注入を行った後、前記貼り合わせ工程及び剥離工程を行い、その後SOI層の薄膜化処理を行ってSOI層を所定の厚さまで薄膜化するSOIウエーハの製造方法。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 3 - 0 4 9 4 1 5

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 9 0 1 4 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

氏 名

信越半導体株式会社